5.1 Gb.

Lane Medical Library

Ueber die Mechanik der Fettresorption.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 12. März 1889

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Eugen Gröper

aus Herrnstadt (Schlesien).

OPPONENTEN:

Herr Dd. med. GUSTAV EBNER.
Herr Dd. med. ALFRED KLEWE.
Herr Dr. med. HEINRICH BUEHRIG.

BERLIN.

BUCHDRUCKEREI VON M. NIETHE,

Kurstrasse 18. 19.

SEINEM LIEBEN ONKEL,

HERRN OBERLEHRER GAUHL

AM REALGYMNASIUM Z. HEIL. GEIST IN BRESLAU

IN DANKBARER VEREHRUNG

GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Seit Claude Bernards Untersuchungen über das Pankreas sind die Vorgänge bei der Aufnahme der Nahrungsfette in den thierischen Organismus fort und fort Gegenstand der physiologischen Forschung gewesen, und viele wichtige und interessante Thatsachen sind auf diesem Gebiete im Laufe der Zeit gefunden worden. Aber zu einer abgeschlossenen und klaren Erkenntniss ist man noch bei weitem nicht gelangt, und namentlich ist die Resorption der Fette gegenwärtig noch kaum minder räthselhaft als je zuvor. Sicher ist, dass nach jeder Fettfütterung, obgleich doch feuchte Membranen sonst von Fett nicht einmal benetzt werden, im Epithel der Darmzotten grosse Mengen feinster Fetttröpfchen auftreten. Wie sie aber dahin gelangen und bis in die weiteren Lymphwege, die sie dann frei, im Chylusstrom schwimmend, passiren können, darüber gehen die Meinungen weit auseinander, und so ziemlich jeder überhaupt nur erdenkbare Modus dieses Vorgangs liesse sich auf Grund von Untersuchungen gewissenhafter Forscher annehmen und vertheidigen.

Zwei Richtungen sind es, nach welchen diese Theorieen im Wesentlichen auseinandergehen: die einen sehen das Hinzutreten gewisser Drüsensecrete im Darmkanal als den wesentlichen Factor für die Resorption der Fette an. — Hierher gehört erstens eine Anschauung, basirt auf den v. Wistinghausenschen Versuchen, denen zufolge Fett einerseits in gallebenetzten Glascapillaren weiter steigt als in wasserbenetzten, und andrerseits durch gallegetränkte Membranen ohne jeden Druck hindurchtritt. Darnach wäre anzunehmen, dass das Fett einfach die Darmwandungen ohne jegliche Schwierigkeiten passirt, eben

weil diese von Galle getränkt sind. — Seitdem ferner Herr Professor Gad auf der Grundlage der Brückeschen Beobachtungen die Spontanemulsion entdeckt, klingt, namentlich in Anbetracht der von Claude Bernard erwiesenen fettzerspaltenden Kraft des Pankreas, auch eine zweite Theorie sehr plausibel: das Nahrungsfett zertheile sich im Darm in so feine Partikelchen, dass es, suspendirt in wässriger Flüssigkeit, die relativ weiteren Poren der Darmwandung frei passiren kann. — Eine dritte Möglichkeit ist die, dass das Fett in Form der resorbirbaren Seifen in die Darmepithelien eintritt; dort müsste es dann sofort wieder in freies Fett zurückverwandelt werden, da ja die Epithelien nach Fettfütterung wirkliches Fett enthalten, eine Idee, die an sich nicht gerade zu befremden braucht, da ja einerseits nach der interessanten Abhandluug von Hofmeister in Verbindung mit den Heidenhainschen Betrachtungen die in Form von Peptonen resorbirten Eiweissstoffe dort ebenfalls eine Rückverwandlung, in wirkliches Eiweiss, erleiden müssen, und andrerseits die Ewaldschen Beobachtungen von der Fettsynthese durch die Darmschleimhaut sehr für diese Möglichkeit zu sprechen scheinen*).

Gegenüber diesen Theorieen steht eine andre Gruppe, welche das Fett direct vorwärts bewegt werden lässt in die Darmwandungen hinein durch sich bewegende, also lebende Zellen. So v. Thanhofer, welcher annimmt, dass Protoplasmafortsätze der Epithelzellen das Fett durch eine Art Strudelbewegung in das Innere der Zellen befördern, und gewissermassen als Ergänzung hierzu die Wiedersheimsche Beobachtung von activen amöboiden Bewegungen am Protoplasma einzelner Darmepithelzellen von Spelerpes fuscus, sowie zahlreiche Beobachtungen

*) In gewissem Connex hiermit stehen die Munkschen Arbeiten, nach welchen auch Fettsäuren einfach als solche das Darmepithel passiren, um dann in diesem selbst oder jenseits desselben, wenigstens theilweise, zu Neutralfett zu werden. Da aber die Fettsäuren ebensowenig feuchte Membranen netzen, wie die Fette selbst, so complicirt jene Arbeit eigentlich den Gegenstand nur noch mehr.

von Nahrungsaufnahme durch solche Bewegungen von Seiten der Entodermzellen der Evertebraten. — Auch die neuesten Untersuchungen Heidenhains machen eine active Bewegungsfähigkeit der Darmepithelien oder doch zum mindesten ihres Stäbchensaumes und damit die Möglichkeit dieser Art der Fettaufnahme nicht unwahrscheinlich. — Zawarykin dagegen nimmt an, nachdem schon 1867 durch Arnstein Fett in den Lymphkörperchen der Zotten beobachtet worden war, dass die Leukocyten den Durchtritt des Fettes durch die Darmwand vermitteln, indem sie in die Epithelschicht eindringen und an der Darmoberfläche gewissermassen sich mit Fettkörnchen vollfressen, um dann diese ihre Bürde dem Chylus zuzuführen — eine Lehre, welcher im Wesentlichen auch Schäfer beistimmt.

Es ist nun nicht zu verkennen, dass am einfachsten und ausgiebigsten der in Rede stehende Vorgang sich gestalten müsste nach einer der beiden erstgenannten Theorieen, und dass man auf eine andre erst dann wird zu recurriren haben, wenn diese sich als unhaltbar erweisen sollten; und so möchte ich denn glauben, dass eine genauere Prüfung derselben nicht ganz nutzlos sein dürfte, um so mehr, als Herr Geheimrath du Bois-Reymond die grosse Güte gehabt hat, mich auf dies Gebiet hinzuweisen, und ich bei meinen Arbeiten die ausserordentlich freundliche und stets hilfsbereite Unterstützung des Herrn Professor Gad genoss.

Nach beiden Theorieen müssen die Nahrungsfette auch durch die todte Darmschleimhaut hindurchtreten können, wenn die aus den Theorieen zu entnehmenden Bedingungen die möglichst günstigen sind. Geschieht dies nicht, dann wird man sie, wenigstens als alleinige Erklärung für die Fettresorption, fallen lassen müssen. Dies war die leitende Idee für meine Untersuchungen.

Wenden wir uns zunächst der ersten Ansicht zu, dass gallenbefeuchtete Membranen den Fetten den Durchtritt gestatten, so ist es nöthig, zuvor

die v. Wistinghausensche Arbeit, soweit sie uns hier interessirt, kennen zu lernen, da auf ihr jene Anschauung basirt, und bestätigende Beobachtungen oder Controllversuche nicht veröffentlicht sind, ausser etwa, dass Quincke gelegentlich bemerkt, er könne die v. Wistinghausenschen Versuche mit Glascapillaren nicht bestätigen.

Die sehr sorgfältige und eingehende Arbeit v. W.' s., die nur leider in dem Steinerschen Auszug recht verstümmelt und stellenweise gradezu fehlerhaft wiedergegeben ist, so dass man sich eben schlechterdings an die lateinisch geschriebene Originalarbeit halten muss, hat zwei Theile, von denen der erste sich mit dem Durchtreten von Fetten durch Membranen, der zweite mit den Steighöhen von Fetten in capillaren Glasröhren beschäftigt.

Im ersten Theil setzt Verfasser etwa folgendes auseinander: Man habe sich die organische Membran als eine Summe von Capillaren vorzustellen, deren Wandungen gegen verschiedene Flüssigkeiten verschiedene Attraction ausübten. Komme sie mit Flüssigkeiten in Berührung, so imbibire sie sich damit, wenn jene Attraction zu den Flüssigkeiten grösser sei als deren Cohäsion, dagegen nicht, wenn die Attraction gleich oder kleiner als diese sei. Diese vsrschiedenen Attractionen derselben Membran zu den einzelnen Flüssigkeiten verhielten sich zu einander ebenso wie die von der Gewichtseinheit der Membranen absorbirbaren Mengen jener Flüssigkeiten und umgekehrt, wie die Kräfte, welche erforderlich seien, jene Flüssigkeiten durch die betreffende Membran zu treiben. Das erstere folge daraus, dass die in jede einzelne Capillare der Membran eintretende Flüssigkeitssäule nach dem Gesetz der Capillaranziehung um so grösser sei, je mehr die Attraction von Seiten der Wandung die Cohäsion der Flüssigkeit überwiege; das zweite lehre folgende Betrachtung: Jede Capillare einer Membran, welche nur auf der einen Seite von einer Flüssigkeit benetzt sei, nehme möglichst viel davon auf, entsprechend ihrer Attraction zu derselben. Die aufgenommene Flüssigkeit werde durch die-

selbe Attractionskraft an einem Herausfliessen auf der andern Seite gehindert. Gleichzeitig dehne sich die Capillarwandung mehr aus, wodurch das Capillarlumen sich vergrössere, und also der hydrostatische Druck um so leichter sich verbreiten könne. Je grösser nun das Capillarlumen, um so weniger werde die Wandattraction auf die centralen Flüssigkeitstheilchen in der Capillare wirken, um so weniger würden sie festgehalten werden und um so leichter also auch sich herauspressen lassen, — eine wohl etwas gewagte Beweisführung, die sich einfach auf der Idee aufbaut, dass die capillaren Wandungen sich um so mehr ausdehnen, je grösser ihre Attraction zur Flüssigkeit! Weit eher wird doch die Capillarwandung, je mehr sie Attraction zu einer Flüssigkeit hat, um so mehr davon auch in sich selbst aufnehmen, also quellen, und somit das Lumen verengern. Im Verfolg seiner Betrachtung kommt v. W. zu dem anscheinend ihn selbst einigermassen verblüffenden Schluss, dass eine feuchte Membran, wenn man sie mit Salz bestreut, nicht deshalb schrumpfe, weil sie Wasser abgebe, sondern Wasser abgebe, weil sie schrumpfe! Die Erklärung freilich für die Kraft, durch welche dann das Schrumpfen hervorgerufen wird, bleibt er schuldig.

Er untersucht nun experimentell das Durchtreten von Flüssigkeiten durch Membranen: Er biegt eine 6 Fuss lange Glasröhre so, dass ein längerer und ein kürzerer Schenkel entsteht; der Rand des kürzeren Schenkels ist zurückgebogen und dient zum Festhalten des Fadens, mit dem eine Membran über die Mündung des kürzeren Schenkels gebunden wird. In den kürzeren Schenkel wird nun Oel gefüllt und alle Luft, die sich etwa unter der Membran gesammelt, sorgfältig durch Neigen und Schütteln der Röhre entfernt, dann in den längeren Schenkel Qeucksilber solange eingegossen, bis Oel durch die Membran tritt, was mit Hilfe des Mikroskops [bei welcher Vergrösserung?] festgestellt wird.

v. W. überzeugt sich nun zunächst, dass durch trockene Schweinsblase oder Dünndarmschleimhaut vom Rinde

Wasser bei mässigem, Oel bei viel höherem, und durch die feuchte Membran erst bei noch viel höherem Druck hindurchtritt*). Da Alkohol noch viel höheren Druck brauche, um durchzutreten, so könnten diese Unterschiede nicht etwa bedingt sein durch eine verschieden leichte Beweglichkeit der Flüssigkeitstheilchen. — Nun bestimmt er die verschiedenen Attractionen der Membran für die einzelnen Flüssigkeiten, indem er einerseits den niedrigsten Druck feststellt, bei welchem dieselben durch jene Membranen zu treten beginnen, andrerseits die Menge der von der Gewichtseinheit der Membran in 24 Stunden absorbirten Flüssigkeit. Er erhält zwischen den so auf zwei verschiedenen Wegen gefundenen Resultaten eine recht gute Uebereinstimmung, doch fällt auf, dass er für alle Bestimmungen, ausser denen mit Seifenlösung, immer nur einen Versuch in der Vergleichstabelle anführt, während doch aus seinem eignen Geständniss späterhin ersichtlich ist, dass die Resultate durchaus keine constanten, ja auch entgegengesetzte, waren, ohne dass nun eine Erklärung für diese Verschiedenheiten — etwa aus einem verschiedenen Procentgehalt der Flüssigkeit, z. B. an ölsaurem Natron — gegeben würde. Er sagt: *In posterioribus quoque experimentis accidit ut membrana rationibus, quantum quidem videbatur, omnino immutatis unum idemque fluidum nunc facilius nunc difficilius transmitteret et modo maiorem modo minorem eius reciperet copiam* und tröstet sich über diese Inconstanz mit den Resultaten anderer Forscher, die das Gleiche beobachtet hätten. So habe Olechnowitz gefunden, dass unter absolut gleichen Verhältnissen durch ein und dieselbe Membran dieselbe Menge

					Volum Wasser
Na Cl	einmal	7,896,	ein zweites	Mal	16,947
K Cl	„	7,408,	„ „	„	17,455
Na O SO_3 (?)	„	3,398,	„ „	„	13,013

angezogen hatte.

*) Die Zahlen für zwei Parallelversuche zeigen übrigens ganz bedeutende Unterschiede.

Die Attraction nun hält v. W. für den Ausdruck der chemischen Affinität, da sich wahrscheinlich stets eine Verbindung bilde zwischen Substanz der Membran und der dieselbe berührenden Flüssigkeit. Welchen Einfluss nun solch eine Verbindung auf die Durchtrittsfähigkeit und Absorptionsgrösse der betreffenden Flüssigkeit haben soll, bleibt dunkel.

Die Fette, fährt v. W. fort, treten durch Membranen, deren Poren mit Wasser gefüllt sind, nur unter sehr hohem Druck hindurch, weil sie weder zur Membran, noch zum Wasser, Affinität besitzen. Sie werden aber dann leicht durchtreten, wenn die Membran in ihren Poren eine Flüssigkeit enthält, die in Folge ihrer Affinität zu Fett mit diesem eine Verbindung eingeht, welche zur Membran mehr Affinität hat, oder aber das „an ihr haftende" fein vertheilte Fett, ohne dessen chemische Constitution zu ändern, mit sich hindurch führt. Als solche Flüssigkeiten erscheinen ihm die Lösungen von Kali, Seife und gallsauren Salzen. — Uns interessiren hier zunächst nur die gallsauren Salze, und zwar die Frage, ob unter ihrem Zutritt das Oel als solches durch die feuchten Membranen treten kann, — wenn man sich auch über den Vorgang dabei eine andre Vorstellung wird bilden müssen, als v. W., etwa die, dass durch die Galle die Oberflächenspannung des Oels und damit sein Verhalten zu den Capillarwandungen der Membran bedeutend verändert würde. — Zur experimentellen Prüfung setzt v. W. auf den kürzeren Schenkel seines vorher beschriebenen Apparates eine weitere Glasröhre auf, in die er Kali-, Seifen- oder Gallenlösungen giesst, während er die erste Röhre mit Oel füllt und zwar, wie er wenigstens bei seinen Versuchen mit Gallensalzlösungen ausdrücklich erwähnt, derart, dass der Spiegel des Oels im längeren Schenkel niedriger steht, als der Spiegel der in der weiteren Röhre aufgefüllten Gallenflüssigkeit. Letztere war eine Lösung von Natrium glycotaurocholicum cryst., das mit Alkohol und Aether von allem Fett befreit war, denn, sagt er, die frische Galle enthält immer Fett, und das könnte Irrthümer veranlassen. Als

Membran bindet er auf die Mündung des kürzeren Schenkels der U-Röhre frische Dünndarmstücke des Rindes, von welchen er vorher Perit. und Muskularis abpräparirt hat, mit der epithelialen Fläche dem Oele zugekehrt. Er wählt als Durchschnittsdauer für den Versuch 18 Stunden — eine etwas lange Zeit, wenn man bedenkt, dass der Fettgehalt des Chylusstroms schon in der 6. Stunde nach einer Fettfütterung seinen höchsten Fettgehalt erreicht — und stellt nach dieser Zeit mikroskopisch fest, ob die aufgegossene Flüssigkeit Fett enthält, d. h. ob Fett durch die Membran getreten ist. Nachdem er durch vier Versuche festgestellt, dass durchschnittlich ein Druck von 32 mm *Hg* erforderlich ist, um Oel [welches, ist nicht angegeben, jedenfalls wohl Olivenöl] durch eine wassergetränkte Membran durchzutreiben, lässt er unter andern Oel gegen jene Gallensalzlösung durchtreten. Das erste Mal findet er bei 1,35 mm *Hg* schon sehr viel durchgetreten, theils in feiner Vertheilung, theils in grösseren Tropfen, und dann in 8 Versuchen dasselbe Resultat ohne Anwendung irgend welchen Druckes. Nach Zusatz von 20% Eiweiss findet sich ebenfalls viel Oel, aber weniger als sonst. Nach Zusatz von 1% Kali zu der Eiweiss-Gallenlösung zeigt sich in drei Versuchen viel Oel auf reichlichen Zusatz von Essigsäure. Setzte er Salzsäure zur Gallenlösung hinzu bis zum Eintritt der sauren Reaction, so fand er dann noch viel mehr Oel als bei reiner Gallensalzlösung. Stets fanden sich dann die Niveaux in der U-Röhre und in der aufgesetzten Röhre ausgeglichen, ausser, als er Eiweiss allein zur Gallenlösung zugesetzt hatte, wo sich „dies dann nicht so zeigte". Das erklärt er sich daraus, dass die Strömung der aufgegossenen Flüssigkeit zum Oele eine geringere sei bei Eiweisszusatz als ohne denselben. Er fährt dann fort: *Inde, quamquam loci, quae in corpore animalis cernuntur rationibus fortasse verius expressis, tamen re ipsa nullo modo mutatum hoc instituimus experimentum:* Es wird in die U-Röhre eine dünne Emulsion von Oel in Gallenlösung und in die aufgesetzte Wasser gefüllt. — Nun, ich möchte

glauben, dass dies doch eine gewichtige Veränderung bedeutet, denn man kann hierbei sehr wohl eine so feine Vertheilung des Oels in der Gallenlösung annehmen, dass seine einzelnen Partikelchen nunmehr frei in der Gallenlösung durch die Poren der Membran hindurchschwimmen können, ohne deren Wandungen zu berühren, also einfach nach der sub 2 angeführten Weise die Membran passiren, während bei der bisherigen Anordnung der Versuche absolut nicht auszufinden ist, wie bei dem einfachen Berühren von Gallensalzlösungen und einer compacten Schicht gewöhnlichen Oeles eine so unendlich feine Zertheilung des letzteren zu Stande kommen sollte. Es findet sich dann auch hier ohne Druck viel Oel in der aufgesetzten Röhre und gleiche Höhe der Flüssigkeitsspiegel. — Schliesslich füllt er die aufgesetzte Röhre mit Blutserum statt mit Wasser und erhält wiederum ohne Druck viel Oel, ohne dass aber diesmal die Flüssigkeitshöhen merkliche Veräuderungen zeigten.

Aus diesem allen zieht er nun den Schluss, die Galle spiele bei der Fettresorption vor allem die Rolle, das Fett ohne Aenderung seiner chemischen Constitution mechanisch mit sich durch die Darmwandung zu führen, während sie selber resorbirt wird.

Den zweiten Theil der v. W.schen Arbeit, behandelnd Versuche mit Glascapillaren, können wir kürzer abmachen, da auch er selbst wiederholt betont, dass die an Glascapillaren gefundenen Resultate durchaus nicht ohne weiteres auf die Capillaren der thierischen Membran anzuwenden und nur eben geeignet sind, uns einigermassen ein Bild zu geben von den physikalischen Verhältnissen, die in den Poren der Membran statthaben, wenn zwei verschiedene Flüssigkeiten darin zusammentreffen.

Er bestimmt zuvor sehr sorgfältig Steighöhen und Menisken verschiedener Flüssigkeiten in seinen Glascapillaren, wobei er unter andern findet für aq. dest. und Kali 25 mm, für Gallenlösungen 14 — 16 mm, für Seife 11, für Oele 11 und 12 mm. Dann stellt er fest,

wie die Steighöhe von Olivenöl beeinflusst wird in diesen Capillaren, wenn er deren Innenfläche zuvor mit Wasser, Kali oder Gallensalzlösungen benetzt hat, wobei er die von der vorbenetzenden Flüssigkeit in den Röhrchen hängen gebliebenen Tropfen nicht entfernt wissen will, sondern es für sicherer hält, einen Tropfen davon zurückzulassen, wenn man dann Oel im Röhrchen aufsteigen lässt. Er erhält folgende Resultate: Bei Benetzung der Capillaren durch aq. dest. stieg Olivenöl 1,75 mm

„ Kali verschiedener Concentration 11—12 mm

„ Gallensalzlösungen u. Mischungen mit Kali oder Eiweiss 10—14 „

Daraus folgert er, dass auch hier, wie in den Membranen, Wasser dem Eindringen von Oel hinderlich, dagegen Gallensalzlösungen ihm sehr förderlich sind, so sehr, dass es hier sogar einen höheren Stand in den Capillaren erreicht, als wenn diese zuvor von Oel selbst benetzt worden sind. —

Es sei nun gestattet, dem Vorstehenden meine eignen Erfahrungen auf diesem Gebiete gegenüberzustellen. Zunächst an Glascapillaren: Ziemlich weite und dickwandige Glasröhren wurden vor dem Gasgebläse zu etwa meterlangen Capillaren ausgezogen, und diese dann in 4—5, gegen 18 cm lange Stücke getheilt. Jedes einzelne der so erhaltenen Capillarröhrchen wurde auf einen mit Millimetereintheilung versehenen Cartonstreifen derart aufgeklebt, dass das eine Ende derselben über diese Scala genau 2 cm, das andre etwa 4 cm hinausreichte. Dieses ragte etwa 1 cm weit frei in eine mit Kork und Siegellack aufgesetzte weitere Kautschukröhre von 3 cm Länge hinein. Die Flüssigkeiten, deren Steighöhen bestimmt werden sollten, wurden in weite Reagensgläser gefüllt, dann das Röhrchen, sein Kautschukende nach oben, genau 1 cm tief in die Flüssigkeit hineingetaucht, und so durch eine kleine Klemmpinzette festgehalten, welche den Cartonstreifen gefasst hielt und ihren Stützpunkt auf dem Rande des Reagensglases fand. An der Scala liess sich dann die Höhe der in der Röhre aufgestiegenen Flüssigkeit mit

ausreichender Genauigkeit ablesen. Für jedes solche Röhrchen wurde nun notirt, wie hoch destillirtes Wasser in ihm aufstieg, nachdem seine Innenwand vollkommen damit benetzt worden. Nun wurde die Flüssigkeit, deren Einwirkung auf die Steighöhe des Oeles geprüft werden sollte, durch Saugen und Blasen an dem Kautschukende mehrmals durch das Röhrchen hindurchbewegt, dabei gelegentlich die Steighöhe dieser Flüssigkeit festgestellt, und nun das Röhrchen in das Oel gehängt, nachdem die benetzende Flüssigkeit herausgeblasen war; es blieben aber immer Tropfen davon und Luftblasen hängen, und es zeigte sich, dass beide Dinge ausserordentlich störend auf die Constanz der Resultate einwirkten. — Zur Vermeidung dieses Uebelstandes brachte ich dann die Röhrchen, gefüllt mit der vorbenetzenden Flüssigkeit, in das Oel, und saugte an dem Kautschukende so lange, bis das hinter jener Flüssigkeitssäule her im Röhrchen aufsteigende Oel am oberen Ende auszufliessen begann. Hörte ich mit dem Saugen auf, dann sank das Oel im Röhrchen auf seine Steighöhe, während die Anfangsflüssigkeit, soweit sie nicht an den Wänden des Röhrchens adhärirte, in der weiteren Röhre verblieb. Die Resultate mit dieser Methode waren bessere, doch war der Einwand möglich, dass vielleicht das durchgesaugte Oel die vorbenetzende Flüssigkeit von den Capillarwänden verdrängt hatte, und somit die hier gefundenen Steighöhen des Oeles identisch waren mit denen in einfach ölbenetzten Glascapillaren. — Daher wurde schliesslich die Säule der benetzenden Flüssigkeit aus dem Röhrchen herausgeblasen, wenn es in das Oel gehängt war; es stieg dann das Oel in der Capillare auf, ohne dass einer jener Missstände eintrat. Nach jedem einzelnen Versuch wurden die Röhrchen durch abwechselndes Durchsaugen von Alkohol und Aether so lange gereinigt, bis aq. dest. in ihnen wieder die anfangs notirte Steighöhe zeigte. — Die 10 Capillaren, welche ich benützte, ergaben natürlich nach der Verschiedenheit in Lumen und Wandung verschiedene Steighöhen für dieselbe Flüssigkeit, aber jede für sich lieferte

doch Vergleichswerthe über die verschiedenen Steighöhen des Oels nach vorheriger Benetzung ihrer Wandungen mit den einzelnen Flüssigkeiten, und bei keiner einzigen zeigte sich ein Abweichen im Verhältniss dieser Werthe zueinander, gleichgültig ob ich mit Alkanna rothgefärbtes oder reines Olivenöl oder Medizinalleberthran (von 7,6% Säuregehalt, auf Oelsäure berechnet) verwendete. Ich greife diejenige Röhre heraus, von der ich die meisten Beobachtungen notirt habe; sie zeigte:

| | | |

Diese Tabelle steht in directem Widerspruch mit den Behauptungen v. W.s, doch erklärt ein Blick auf die ersten Zahlen der Columne 6 dessen abweichende Resultate. Er betont selbst, dass er Tröpfchen der benetzenden Flüssigkeit in seinen Capillaren zurückliess, und man sieht leicht, welchen Einfluss dieser Umstand auf die Ergebnisse hat. Allerdings sagt v. W.: *mensiones, quae iteratae nullum diversum praebuerunt eventum*, und diese Constanz vermag ich nicht zu erklären, doch muss ich an der Hand der Thatsachen die v. W.'sche Behauptung, dass Galle den Eintritt von Oel in capilläre Glasröhren, deren Wände mit wässrigen Flüssigkeiten benetzt sind, befördere, als unrichtig bezeichnen, und meine, dass Galle, gallsaure Salze und alle hier in Betracht kommenden Flüssigkeiten weit eher das Gegentheil zu bewirken scheinen.

Auf die Anregung von Seiten des Herrn Professor Gad ging ich nunmehr daran, das Verhalten der Fette zu den bei ihrer Resorption etwa in Betracht kommenden Flüssigkeiten an Fliesspapier zu studiren und zog daneben auch sorgfältig entfettete Wollfäden in den Kreis meiner Betrachtungen, da beide Dinge mit ihren Capillareinrichtungen der organischen Membran offenbar näherstehen als Glascapillaren und für die Beobachtung recht bequeme Objecte bilden. Hierbei ging ich folgendermaassen zu Werke: In ein cylindrisches Glasgefäss *A* von etwa 10 cm Radius und 5 cm Höhe wurde so viel Wasser gegossen, dass sein Boden bedeckt war, dann ein zweites solches Gefäss von etwa 4 cm Radius und 2 cm Höhe hineingesetzt und um dieses herum 6—8 Porzellannäpfchen von etwa $1^1/_2$ cm Höhe, welche je mit einem quadratischen Stück weissen Fliesspapiers überdeckt waren. Das Gefäss *B* wurde halb mit Oel (gewöhnlich roth gefärbtem, in einigen Fällen ungefärbtem Olivenöl oder Medicinal-Leberthran) gefüllt und ein auf 3 Füssen von 2 cm Höhe ruhender Drahtring hineingestellt. Nun wurde eine Anzahl 6 cm langer, $^1/_2$ cm breiter Streifen von weissem Fliesspapier geschnitten und diese an einer Stelle *(a)*, 10 mm vom einen Ende,

rechtwinklig umgeknickt. Von diesen Streifen nun wurden 3 mit Wasser, 3 mit derjenigen Flüssigkeit getränkt, deren Verhalten zum Oel geprüft werden sollte, nämlich Gallenflüssigkeit von Rind, Schwein, Kaninchen, Hund und Katze, bald in natürlichem Zustande, bald entschleimt und in verschiedenem Grade verdünnt, ferner Lösungen von glykocholsaurem Natron 1—5 %, ¼ %ige Sodalösungen, Pepton- und Seifenlösung. Die Streifen wurden nun derart mit dem umgeknickten Ende in das Oel von *B* gehängt, dass *a* auf den Drathring zu liegen kam, während das andere Ende *(b)* dem (trocknen) Fliesspapier auf dem Porzellannäpfchen auflag. Mit den Wollfäden verfuhr ich ebenso, nur, dass ich, statt des Umknickens, ihr im Oel befindliches Ende mit einem durchgesteckten Drahtnagel beschwerte. — Zum Schlusse wurde über das Ganze eine Glasglocke gestülpt.

Da durch das in *A* enthaltene Wasser ein Verdunsten der in den Streifen enthaltenen Flüssigkeiten ausgeschlossen war, was sich bei Versuchen als störend erwiesen hatte, so mussten die trocknen Fliesspapierstücke auf den Porzellantiegelchen einen Theil jener Flüssigkeiten absaugen und damit einen Flüssigkeitsstrom in den Streifen von *a* nach *b* zu hervorrufen. Die Versuche sollten nun zeigen, ob dabei von seiten irgend einer jener Flüssigkeiten dem von *a* nach *b* zu dringenden Oel sein Vorrücken in den capillaren Räumen besonders erleichtert würde, also welche Flüssigkeiten in den Papierstreifen das Oel in der Zeiteinheit am weitesten vorrücken liessen. Die Resultate waren bei 14 Versuchen mit durchschnittlich 6 Streifen absolut negativ: wohl waren nach gewisser Zeit die Grenzen des nachrückenden Oeles bei einem Streifen schon weiter vorgerückt als beim andern, aber diese Verschiedenheiten waren unter den beispielsweise mit Galle benetzten Streifen ebenso gross, wie zwischen diesen und den mit Wasser befeuchteten, sodass sie jedenfalls auf eine verschiedene Wirkung der einzelnen Flüssigkeiten nicht zu beziehen sind. Ferner, wenn nach vielleicht 2 Stunden die makroskopische Grenze des Oels etwa bis 1 cm jenseits *a* vor-

gerückt war, und nun von aufeinander folgenden Stellen des makroskopisch von Oel noch freien Theiles jener Streifen Zupfpräparate gemacht wurden, so fanden sich unterm Mikroskop 2—3 mm jenseits der Oelgrenze gewöhnlich feine Oeltröpfchen, selten welche noch einige mm weiter, immer aber ohne jeden durchgreifenden Unterschied zwischen mit Wasser befeuchteten Fliesspapierstreifen und den andern; nur als ich Leberthran gegen $^1/_4$-procentige Sodalösung im Streifen hatte, fand ich einmal unter 5 Versuchen noch über 1 cm jenseits der makroskopischen Grenze Oel. Abgesehen von diesem einen Male halte ich es für weit naheliegender, diese Oeltröpfchen nicht als mitgenommen durch jene Flüssigkeiten anzusehen, sondern als einfach vorgeschoben vom Gros des Oels in einzelnen, vielleicht weiteren Poren, welche schon von der wässrigen Flüssigkeit frei geworden, während die umliegenden es noch nicht waren. — Das Resultat war das gleiche, wenn *B* statt des Oels eine Emulsion von Leberthran in $^1/_4$-procentiger Sodalösung enthielt; es zeigte sich dabei nur an Zupfpräparaten der Streifen, dass immer die feinsten Oeltröpfchen, wie ja zu erwarten, am weitesten, also am schnellsten, vorwärts gedrungen waren.

Wie wenig übrigens jene wässrigen Flüssigkeiten geeignet sind, das Vordringen des Oels in capillaren Räumen zu befördern, zeigt folgende Variation des Versuchs: *B* wird einige cm hoch gestellt, sodass die Fliesspapierstreifen mit ihrem langen Theil *a b* in die Porzellannäpfchen ziemlich senkrecht herabhängen, das Oel also beim Vordringen von *a* nach *b* fast senkrecht nach unten fliessen kann, also gewiss günstige Bedingungen für sein Vorwärtsdringen im Streifen hat. Die Streifen erhalten einen Längsstrich mit Copirstift, der, zunächst graublau, die Eigenschaft hat, durch Befeuchtung intensiv violett zu werden. Hat nun das Oel einen gewissen Theil jener abfallenden Strecke zurückgelegt, so giesst man in die einen der Porzellannäpfchen Wasser, in die andern Gallenlösung bis zur Berührung mit *b*. Diese Flüssigkeiten steigen sehr

rasch von *b* nach *a* empor und treffen an einer Stelle *c* mit dem nach *b* zu fliessenden Oele zusammen. In diesem Augenblick ist der Copirstiftstrich *cb* violett, *ca* graublau, das Streifenstück *ca* von Oel durchscheinend und roth: *c* wird durch einen Punkt mit Copirstift markirt. Nach einer halben Stunde sieht man die Oelgrenze vom Punkte *c* zurückgewichen nach *a* zu, ein Theil des Striches *ca* ist violett und ein Stück der Fläche *ca* nicht mehr durchscheinend und roth, sondern undurchsichtig und weiss: Die von *b* nach *a* aufsteigende Flüssigkeit hat das herunterfliessende Oel vor sich her in die Höhe gehoben. Dies geht weiter und weiter, bis schliesslich der ganze Streifen bis auf das Oelniveau in *B* von Oel befreit und von wässriger Flüssigkeit durchtränkt ist. Mikroskopisch sieht man an Zupfpräparaten des Papiers *ca* wohl geringe Mengen von Oeltröpfchen, nie aber solche jenseits *c* in der Strecke *cb*, das heisst, es ist keine Spur von Oel in die Gallenflüssigkeit eingedrungen. Der Hergang ist dabei ganz der gleiche, mag man Wasser anwenden oder Galle, nur dass er bei letzterer — wohl wegen ihres Schleimgehalts — langsamer von statten geht, und das roth gefärbte Oel an der Grenze bläulich wird, weil die Galle durch ihre Alkalescenz die rothe Alkannafarbe in Blau verwandelt.

Nach dem allen ist wohl der Schluss berechtigt, dass die Galle und alle jene Flüssigkeiten ein Hindurchpassiren des Oeles als solchen durch die Poren des Fliesspapieres oder der Wollfäden nicht befördern; ob vielleicht, indem sie das Oel chemisch verändern, suchte ich, wenigstens für die Galle, in folgender Weise festzustellen: Ein Streifen wurde von *b* bis zu seiner Mitte mit einer Gallenlösung benetzt in soweit, dass sie nicht oder nur wenig noch weiter nach *a* zu in ihm vordrang. Er wurde nun so in *B* über den Drahtring gehängt, dass gerade sein gallenfeuchter Theil frei über den Rand von *B* hinausstand, und etwa 2 mm von *b* entfernt senkrecht nach unten umgeknickt. In den Porzellannapf wurde ein Stück Fliesspapier, das vorher mit einem Paar sich kreuzender Copirstiftstriche versehen worden,

derartig eingedrückt, dass es, wenn der Napf nun unter das freistehende Ende *b* des Streifens gestellt wurde, dessen Ecken mit seiner Fläche beinahe berührte. Die geringste Senkung, die der Streifen machte, musste eine Verbindung des gallenfeuchten Streifens und des trocknen Fliesspapieres hervorbringen. Alles dies wurde so schnell abgemacht, dass keine wesentliche Verdunstung der Gallenlösung im Streifen eingetreten sein konnte, und dann die Glasglocke über das Ganze gestülpt. Es drang nun allmählich das Oel in dem nicht von Galle befeuchteten Theil des Fliesspapiers vorwärts und erreichte den Beginn der Gallenflüssigkeit auf dem Rande von *B*; drang nun von dem Oel auch nur sehr wenig als solches oder in chemischer Verbindung mit Galle in den gallenfeuchten Theil hinüber, dann musste das freistehende Ende des Fliesspapiers sich senken, und somit das bis dahin trockene Fliesspapier in Thätigkeit kommen können, das heisst sich mit Flüssigkeit aus dem Streifen vollsaugen und so in den Poren des Streifens Platz für ein Nachrücken des Oeles schaffen. Dabei mussten die Copirstiftstriche sich violett färben, somit, auch wenn der Contact sich durch irgend welchen Zufall wieder löste, dauernd zeigen, dass ein solcher stattgefunden. Das Experiment wurde mit 6 Papierstreifen gleichzeitig angestellt, doch trat bei keinem der Contact ein, selbst nicht im Laufe von 12 Stunden, und ebensowenig ging die Grenze des Oeles während dieser Zeit über den Rand von *B* hinaus. (Ueber Nacht freilich war das Experiment nicht fortzusetzen, weil die Abkühlung während derselben das bei Tage verdunstete Wasser sich niederschlagen liess, wodurch sich dann die Copirstiftstriche umfärbten, ohne dass ein Contact bestanden hätte.) Somit kann also die Galle auch durch chemische Action keinen wesentlich befördernden Einfluss auf das Vordringen des Oeles in den mit wässriger Flüssigkeit gefüllten Poren des Fliesspapiers ausgeübt haben.

Aber bei den thierischen Membranen und speciell im Darm konnten ja die Verhältnisse ganz anders liegen, denn die Poren des Fliesspapiers haben offenbar ganz

bedeutend grössere Dimensionen als die der Darmwand, namentlich im Epithel, und die Wandungen der Capillaren sind hier von ganz andrer Substanz als da. So ging ich denn daran, nunmehr die Verhältnisse an den thierischen Membranen selbst zu untersuchen, und zwar zunächst mittels einer Versuchsanordnung, die ich Herrn Professor Gad verdankte: Von einer T-Röhre war der eine Arm mit dem oberen Ende des etwa 20 cm messenden längeren Schenkels einer vertical stehenden, U förmig gebogenen Glasröhre in Verbindung, deren kürzerer, etwa 5 cm langer Schenkel an seinem Ende sich zu einem halbkugligen 2 cm weiten Gefäss mit umgebogenem Rande erweiterte. Der zweite Schenkel des T-Rohres stand mit einem Manometer, der dritte mit einer Spritze in Verbindung, mit der man Luft in den Apparat hineinpressen konnte. Ueber die Mündung des kürzeren Schenkels der U-Röhre wurde sodann die Membran, zuerst Schweinsblase, später möglichst frischer Rinder- oder Schweinedünndarm, straff hinweggespannt, die Röhre sodann mit Oel gefüllt, derart, dass keine Luft zwischen Membran und Oel sich befand, und dann durch Einspritzen von Luft mittelst der Spritze ein durch das Manometer zu controllirender Druck in dem Apparat hergestellt, der, anfänglich gering, solange gesteigert wurde, bis das Oel durch die übergespannte und mit einer der zu prüfenden Flüssigkeiten stets feucht gehaltene Membran hindurchzutreten begann, was jedesmal mikroskopisch an Klatschpräparaten von der übergespannten Membran festgestellt wurde.

Sehr bald aber machte sich das Bedürfniss geltend, diese Beobachtungen immer an einer grösseren Zahl von Membranen gleichzeitig anstellen zu können, derart, dass eine Anzahl Membranen mit Wasser, die andern mit einer andern Flüssigkeit feucht gehalten wurden, damit sich so die — sagen wir zufälligen — Verschiedenheiten, die das Oel beim Durchtreten durch die einzelnen Membranen zeigte, von den als constant vorauszusetzenden, durch die Einwirkung der einzelnen Flüssigkeiten bedingten, unterscheiden liessen. Ferner war es auch

wünschenswerth, kleinere Membranflächen als solche von 1 cm Radius verwenden zu können, denn bei den Rinder- oder Schweinsdärmen, die vom Fleischer bezogen wurden, hatte ich keine unbedingte Garantie für ihre Frische, und die stets frisch zu bekommenden Därme von Kaninchen, Hunden oder Katzen boten keine so grossen Flächen dar. Auch zeigte es sich schwierig, den Apparat mit Oel zu füllen, und namentlich hatte das Entfernen der Luft aus dem kürzeren Schenkel die Unannehmlichkeit, dass es zu Verunreinigungen der Aussentheile des Apparates mit Oel führte, was namentlich für den mikroskopischen Nachweis eines Durchtretens von Oel durch die Membran recht misslich war. Endlich verletzte der umgebogene Rand des Glasgefässes sehr leicht die straff gespannte Membran, was dann zu falschen Resultaten führen musste. Daher änderte ich den Apparat in folgender Weise ab: Statt des U-Rohrs wurde an den einen Schenkel des T-Rohrs ein Glasballon angeschlossen, der nach dahin zu in eine $^1/_2$ cm weite Röhre auslief. Am andern (untern) Ende hatte er eine weite Oeffnung, welche durch einen Gummistöpsel verschlossen war, durch den drei in der Verticalebene Stormig gebogene Gabelröhren gingen. Das ergab sechs nach unten stehende Glasröhren, alle in Verbindung stehend mit der Luftspritze und dem Manometer. Ueber deren untere Enden wurden kurze Kautschukschläuche geschoben, welche nach Belieben durch Klemmpinzetten vorübergehend oder ihr Lumen ausfüllende Glasstäbe dauernd verschlossen werden konnten. Dazu wurde eine Anzahl U-Röhren verfertigt, deren längerer Schenkel 6 cm, deren kürzerer 4 cm betrug und an seiner zu 1 cm Durchmesser sich erweiternden Mündung einen gewulsteten Rand hatte. In solch' ein Röhrchen wurde nun, nachdem es im Stativ festgeklemmt worden, mittelst Pipette so viel Oel gegossen, dass es im kürzeren Schenkel fast bis oben an stand, dann über dessen Mündung die Membran, ihre epitheliale Fläche dem Oele zugekehrt, mittelst eines hinter dem Wulst befestigten Fadens straff gespannt, und dann über den kürzeren Schenkel ein dünnwandiger, weiter Kautschukschlauch

so herüber geschoben, dass er die Höhe der Membran um etwa 1 cm überragte und somit, mit der Membran als Boden, ein Gefäss bildete, welches zur Aufnahme der die Membran befeuchtenden Flüssigkeit dienen konnte. Nachdem dann noch der längere Schenkel fast mit Oel gefüllt worden, wurde das Röhrchen dem Stativ entnommen und über seinen längeren Schenkel eine der Kautschukröhren des Apparates gezogen; dann wurde das Röhrchen umgekehrt (was die Kautschukverbindung mit dem Glasballon ja leicht gestattete), bis alle Luft aus dem kürzeren Schenkel in den längeren getreten war, und das Oel also die Innenfläche der Membran vollkommen berührte. Kam das Röhrchen dann wieder in seine natürliche Lage, so stieg die Luftblase über das Oel im längeren Schenkel empor in den Glasballon und die Membran war zur Beobachtung fertig. In der gleichen Weise konnte nun an die übrigen 5 Kautschukschläuche des Apparates solch eine Membran angeschlossen, und somit sechs Beobachtungen gleichzeitig gemacht werden, bei denen alle Verhältnisse gleich waren, ausser der benetzenden Flüssigkeit und den individuellen Verschiedenheiten der zur Verwendung kommenden Membranen. Es wurden nun stets drei der Kautschukaufsätze mit Wasser, die drei andern mit einer andern Flüssigkeit gefüllt (Gallenflüssigkeiten verschiedener Art, glykocholsaures Natron); nach einiger Zeit überzeugte ich mich bei 300facher Vergrösserung an einer Probe aus jedem Aufsatz, ob nicht etwa schon vorher Oel hineingerathen war. Alles Oel, was sich später darin vorfand, konnte dann nur aus dem U-Röhrchen stammen, musste also durch die Membran getreten sein. Das Oel, das zur Verwendung kam, war anfangs roth gefärbtes, später ungefärbtes Olivenöl oder Medizinalleberthran; als Membranen verwendete ich Stücke des aufgeschnittenen frischen Darms von Kaninchen, theils sauber abgewaschen, theils wie ich sie den Thieren entnommen, oder die von der Muscularis befreite Schleimhaut des Dünndarms von Katzen oder Hunden. Durch Einpressen von Luft mittelst der Spritze wurde nun im Apparate ein Druck von 1 cm

Hg hergestellt und dieser nach 10—18 Stunden um 2 cm und dann nach je 6 Stunden immer um zwei weitere cm gesteigert, bis auch die letzte Membran Oel durchzulassen anfing. Unmittelbar vor jeder Drucksteigerung untersuchte ich den Inhalt der aufgesetzten Kautschukröhrchen bei 300facher Vergrösserung auf etwa darin suspendirte Oeltröpfchen und schaltete diejenigen Membranen, jenseits deren sich solche fanden, die also Oel durchzulassen begonnen hatten, aus, indem ich ihre Kautschukverbindung zum Glasballon abklemmte.

Da es mir der Raum nicht gestattet, die Tabellen für die einzelnen Versuche aufzuführen, so fasse ich kurz meine Resultate zusammen: Auch nicht einmal trat in 5 Versuchen (à 6 Membranen, also 30 Beobachtungen) der Fall ein, dass das Oel durch alle drei mit Galle oder glykocholsaurem Natron befeuchteten Membranen bei geringerem Druck durchgetreten wäre, als durch die drei andern, die mit Wasser befeuchtet waren, vielmehr begann ohne jede Regel das Oel bei Versuchen mit Kaninchendarm durchzutreten unter einem Druck von 4 — 8 cm (wobei 8 cm gerade für eine gallenbefeuchtete Membran notirt sind), bei Katzen- oder Hundedarmschleimhaut zwischen 5 und 18 cm. Ebensowenig hatte Durchtränkung der Membran mit Seifen- oder $^1/_4\,\%$iger Sodalösung in je 4 Beobachtungen selbst bei Anwendung von Leberthran irgend welchen Einfluss auf das Durchtreten von Oel durch diese Membranen. — Dasselbe zeigte sich auch, als ich mehrmals je 3 Röhrchen mit Emulsion von Leberthran in $^1/_4\,\%$iger Sodalösung und 3 andre mit dieser Emulsion nebst Zusatz von Galle füllte, und im Kautschukbehälter $0{,}6\,\%$ige Kochsalzlösung anwandte, also die Verhältnisse im Darm einigermassen nachahmte. — Fast stets konnte man, sowie erst das Oel durch eine Membran durchzutreten begonnen hatte, es auch bei geringerem Drucke durch dieselbe treiben und nach vorsichtigem Abtrocknen der Membran mit Fliesspapier mikroskopisch oder doch mit der Lupe bemerken, dass es an einer ganz bestimmten Stelle der Membran allein durchtrat. Einmal gelang es, nachdem

die Membranen 24 Stunden gewässert und nun die zuvor mit Galle benetzten mit Wasser und die zuvor mit Wasser benetzten mit Galle befeuchtet worden waren, das Oel in derselben Reihenfolge durch die einzelnen Membranen treten zu sehen wie zuvor, wenn auch bei anderen — niedrigeren — Druckhöhen. Bedenkt man nun hierzu, dass die Membranen beim Druck sich vorwölbten, also gespannt und gedehnt wurden, so muss man wohl annehmen, dass sie je nach ihrer natürlichen Festigkeit bei verschieden hohem Druck an einzelnen Stellen geringerer Widerstandsfähigkeit undicht wurden, Lücken bekamen, die durch die natürliche Elasticität ihrer Umgebung sich wieder schliessen konnten, wenn die Spannung der Membran aufhörte. Durch solche Lücken allein kann also das Oel durchtreten, nie aber durch die natürlichen Capillaren der Membran, gleichgültig, ob diese mit Wasser oder Galle oder sonst einer Flüssigkeit gefüllt sind; tritt es doch übrigens selbst bei dem so hohen Herzdruck nicht durch die so viel weiteren capillaren Blutbahnen hindurch bei den sogenannten Fettembolieen!

Diese Resultate stehen also in auffälligem Gegensatze zu denen v. W.s. Da ich in meinen Arbeiten Fehler, die dies erklärt hätten, nicht aufzufinden vermochte, so suchte ich naturgemäss nach solchen bei v. W., und es fand sich folgendes: v. W. erwähnt, so oft er Oel durchgetreten findet, dass das Niveau des Oels in der U-Röhre in gleicher Höhe gestanden habe mit dem der in die aufgesetzte Röhre gegossenen Flüssigkeit, während es anfänglich niedriger gestanden hatte. Da einerseits die Erklärung v. W.s hierfür, dass ein Diffusionsstrom der wässrigen Flüssigkeit zum Oele bestanden habe, unhaltbar ist, und da andrerseits immer nur der Spiegel des Oeles mit dem andern gleich hoch stand, nicht einmal etwa höher, so muss man wohl annehmen, dass die Membranen v. W.s undicht waren, und die beiden Flüssigkeiten sich etwa so verhaltan konnten, wie in communicirenden Röhren; so trat denn durch solch eine Lücke

das Oel als das specifisch leichtere einfach in die aufgegossene Flüssigkeit, während diese in die U-Röhre eindrang. Bezeichnend ist, dass bei den Versuchen, wo er Eiweiss zur Galle zugesetzt hatte, und wo der Spiegel im langen Schenkel nicht so hoch gestiegen war, er auch weniger Oel durchgetreten fand: es war da eben die Lücke so klein, dass die schwer beweglichen Eiweisstheilchen den Austausch der Flüssigkeiten erheblich verlangsamten. — Dass dem so ist, erscheint um so leichter denkbar, als er ja bei seinen Rinds- und Schweinedärmen die Muscularis zuvor abpräparirte, was hier viel schwerer auszuführen ist, als bei Katzen- und Hundedarm mit ihrer dicken Muscularis und somit leicht zu Verletzungen der Schleimhaut führen konnte. Dass er bei seiner 120fachen Vergrösserung keine Löcher in der Membran geseheu, will wohl nicht viel sagen, man denke nur an die tiefgehenden Drüsenschläuche und die sich vorbauschenden Zotten einerseits und die Kleinheit der hier in Betracht kommenden Verhältnisse andrerseits. Nur bei einem einzigen Experiment ist sicher diese Fehlerquelle auszuschliessen, nämlich, wo er eine mit Galle versetzte Emulsion gegen filtrirtes Blutserum durchtreten lässt, da er hierbei ausdrücklich erwähnt, dass die Höhen der Flüssigkeiten sich nicht merklich verändert zeigten, während er doch Oel im Serum fand; jedoch, als ich Blutserum filtrirte, fanden sich neben einzelnen rothen Blutkörperchen auch vereinzelte Fetttröpfchen im Filtrat, und da v. W. bei Beginn des Versuchs sich nicht überzeugt, dass kein Oel im Serum enthalten war, so halte ich mich für berechtigt, anzunehmen, dass dies schon vorher das Oel enthielt, welches v. W. nach 18 Stuuden constatirte.

Andrerseits braucht auf diese Fehlerquellen nicht einmal recurrirt zu werden bei den Versuchen, wo v. W. zur Gallenlösung Salzsäure zugesetzt hat und unterm Mikroskop dann „noch viel mehr Oeltropfen“ findet: durch Zufall nämlich fand ich, dass Lösungen von Galle oder glykocholsaurem Natron auf Zusatz von Säuren (oder Alkalien) eine weissliche Trübung ergeben, die sich unterm Mikroskop verursacht zeigt durch grössere

oder kleinere, in Wasser unlösliche Tröpfchen, welche sehr wohl für Fett gehalten werden können, aber nach Verdunsten des Wassers krystallisiren und wohl aus Cholalsäure bestehen dürften. Auf diese Eigenthümlichkeit ist vielleicht auch die Angabe zu beziehen, dass frische Galle stets Fett enthalte.

So behaupte ich denn, dass die von den meinigen abweichenden Beobachtungen v. W.s allein auf Fehlern und Irrthümern beruhen, und dass somit die Meinung, als befördere die Galle das Durchtreten von Fett als solchem durch thierische Membranen, auf diese sich nicht mehr stützen kann.

Nun kam es darauf an, festzustellen, welche Berechtigung überhaupt diese Ansicht habe, denn noch konnte man sagen, dass das Fett, wenn es mit Hilfe der Galle die Epithelien passirt hat, doch darum noch nicht jenseits der Darmwandung, also in der aufgegossenen Flüssigkeit, zu erscheinen braucht. Es konnte daran gehindert sein 1) durch die Muscularis mucosae, 2) durch den Mangel einer Kraft, die das Fett, selbst bei Ausschluss von 1) nach dem Eintritt in das Gewebe, bis in die aufgegossene Flüssigkeit weiter schaffte (Zottencontraction), 3) weil der Diffusionsstrom aus dem Röhrchen heraus (wenn dieses nämlich mit Emulsion gefüllt war) immer schwächer werden musste, je mehr die aufgegossene Flüssigkeit in ihrer Zusammensetzung sich der in der Röhre näherte. Ferner konnte für den Eintritt des Fettes in die Epithelien die Körpertemperatur irgend welche wichtige Function haben, oder vielleicht auch ein Verdauungssaft allein oder in Verbindung mit andern die Rolle spielen, die v. W. der Galle allein zuschreiben zu dürfen glaubte.

Die Muscularis mucosae lässt sich von der Mucosa propria nicht abziehen, weil sie ja in diese hinein Fortsätze über die Zotten sendet. Da sich die Idee, den Darm vom Frosch oder Axolotl zu verwenden, weil er muskellose Zotten hat, zunächst nicht ausführen liess, so versuchte ich, die Schwierigkeiten folgendermassen zu umgehen: Von einem Hunde, der soeben in vollster Fett-

verdauung getödtet worden war, wurde eine Dünndarmschlinge in feuchter Athmosphäre bei Körpertemperatur aufgehängt und mit Dünndarminhalt dieses Hundes gefüllt. In ihre Arterie wurde pulsirend eine 0,6 %ige Kochsalzlösung geleitet, von der ein Theil durch die Vene in ein Becherglas, ein andrer Theil durch das Peritoneum mit dem zugehörigen Chylusgefäss in ein anderes Becherglas abgeführt wurde. Somit war dem etwa in die Darmwand eintretenden Fett Gelegenheit geboten, jenseits derselben zu erscheinen. Aber trotz der freundlichen Unterstützung, die Herr Professor Gad bei der Ausführung mir gewährte, erhielt ich kein brauchbares Resultat, einerseits weil Oedem der Darmwand eintrat, andrerseits weil sehr viel Kochsalzlösung in das Darmlumen übertrat. Trotzdem ich glauben möchte, dass auf diesem Wege sich noch am ehesten eine klare Einsicht in die hier in Rede stehenden Verhältnisse dürfte gewinnen lassen, wandte ich mich den Versuchen mit den U-Röhrchen als den am bequemsten ausführbaren wieder zu: Ich füllte ein solches mit Dünndarminhalt eines in der Fettverdauung getödteten Hundes und überspannte es jetzt schlaff mit Dünndarmschleimhaut desselben, nachdem ich in deren Muscularis mucosae zuvor mit scharfem Messer einige sich kreuzende Schnitte geführt hatte. In das Lumen des jetzt 2 cm hohen Aufsatzrohres tropfte eine 0,6 %ige Kochsalzlösung mit Eiweisszusatz, welche, wenn sie (im Verlauf von 10 Minuten) den höchsten Punkt eines die Kautschukwandung durchbohrenden Saughebers erreicht hatte, durch diesen vollständig in ein Becherglas entleert wurde. Im Innern des U-Röhrchens, das durch den Glasballon mit dem Kroneckerschen Apparat für künstliche Athmung in Verbindung gesetzt war, wurde alle $3^1/_2$ Minuten ein 1 Minute lang anhaltender Druck von bestimmter Grösse hergestellt, sodass die Membran immer 1 Minute lang sich vorwölbte, dehnte. So waren ihre Poren je 1 Minute lang erweitert, während sie in der Pause von $2^1/_2$ Minuten bei schlaffer Membran in Folge der natürlichen Elasticität ihrer Wandungen sich zusammenziehen und also ihren Inhalt

zum Theil auch in die Aussenflüssigkeit hinauspressen konnten. Es zeigte sich nun bis in die zweite Stunde des Versuchs Fett in anscheinend immer geringerer Menge. Nach 2 Stunden war keins mehr nachweisbar und trat erst wieder auf, als ich im Verlauf von 14 Stunden den Druck bis 8 cm gesteigert hatte, wobei sich wiederum die Membran hinterher verletzt zeigte, sodass da also das Fett nicht durch die natürlichen Poren gegangen war. Diese Verletzung der Schleimhaut kann aber erst eingetreten sein, nachdem der Druck auf 8 cm gesteigert war, denn bis dahin zeigte sich ja stundenlang kein Fett. Das vorher aufgetretene Fett muss also durch die unversehrte Schleimhaut gegangen sein, und es liegt nahe, anzunehmen, dass es schon in der Schleimhaut enthalten war, als sie aufgespannt wurde, da ja der Darm, aus dem sie entnommen, in voller Fettresorption begriffen war. Andrerseits aber sieht man leicht, dass, wenn in jenen 14 Stunden kein Fett mehr in der Aussenflüssigkeit auftrat, dies nur daran gelegen haben kann, dass die Epithelien es nicht mehr hindurchliessen, denn sonst war der Weg ja frei, wie das erstaufgetretene Fett beweist. Dieser Versuch bot, soviel ich sehe, dem Fett sowohl nach der ersten, wie nach der zweiten Theorie die denkbar günstigsten Verhältnisse für ein Durchtreten, nur könnte der Einwand gemacht werden, dass er nicht bei Körpertemperatur angestellt wurde, und deshalb vielleicht das Fett in dem Röhrchen erstarrt sein konnte, sodass es sich nun zu den Poren des Epithels gewissermassen wie ein fester Körper verhalten musste. Demgegenüber kann ich versichern, dass das bei 8 cm Druck durchgetretene Fett sich unterm Mikroskop als flüssig erwies, doch verhehle ich nicht, dass einzelne, namentlich grössere Tropfen wie mit einer dünnen Membran umgeben zu sein schienen, zurückzuführen vielleicht auf durch Fäulniss gebildete Ammoniakseifen.

Da es mir trotz vieler Bemühungen ein zweites Mal nicht gelungen ist, die Muscularis mucosae zu durchschneiden, ohne gleichzeitig die Mucosa propria zu ver-

letzen, so überspannte ich jetzt zwei U-Röhrchen schlaff mit dem Peritoneum einer in Milchverdauung getödteten Katze, füllte die Röhrchen mit deren Dünndarminhalt und brachte sie in ein Warmwasserbad von 40° C., alles andre blieb wie beim vorigen Versuch; das Resultat war, dass die eine Membran bei 6, die zweite bei 8 cm Druck Fett durchtreten liess. Aber in derselben Weise wie früher zeigten sich beide hinterher undicht.

Obgleich ich also nur wenig brauchbare Versuche über diese Frage ins Feld zu stellen vermag, so glaube ich doch aus diesen in Verbindung mit allem früheren folgendes schliessen zu dürfen, nach den Worten des alten Morgagni: *„Non numerandae sed perpendendae sunt observationes“*. Das Nahrungsfett als solches tritt durch die todte Darmschleimhaut überhaupt nicht durch, selbst wenn alle Bedingungen dafür, soviel sich wenigstens ermessen lässt, die möglichst günstigen sind, und weder die feine Vertheilung des Fettes durch die Spontanemulsion, noch die sonstige Einwirkung der Verdauungssäfte auf das Fett genügt allein, um seinen Durchtritt durch die Darmwandung zu erklären.

Man könnte nun also zunächst wohl daran denken, dass das Fett, verwandelt in Seife, resorbirt und in den Epithelzellen dann in Fett zurückverwandelt wird, aber einerseits erscheint es wohl fraglich, ob der Alkalivorrath des Organismus ausreicht, um bei reichlicher Fettfütterung alles Fett in Seife zu verwandeln, andrerseits möchte ich gegen die Versuche von Herrn Professor Ewald, wonach die Darmschleimhaut aus Seifen Neutralfette bilden kann, folgendes zu bemerken mir erlauben: Es wäre nicht undenkbar, dass Fettsäuren und Glycerin bei Körpertemperatur an und für sich, bei grosser Berührungsfläche, Fettsynthesen bilden — freilich konnte ich in darauf gerichteten Versuchen nichts derartiges nachweisen, jedoch erwähnt Hofmann immerhin, dass eine solche Synthese in der That — wenn auch in seinem Versuch erst bei 150° — vor sich gehe.

So liegt es denn wohl näher, anzunehmen, dass das Fett zum grossen Theil als solches durch die Darmwand tritt infolge mechanischer Action der Zellen, sei es nun, dass die Leukocyten es an der Darmoberfläche in sich durch Umfliessen aufnehmen, sei es, dass die Stäbchen der Epithelien durch irgend welche Strudelbewegungen die einzelnen Fettstäubchen in das Innere der Zellen hineinbefördern.

Dass hier wie da eine Menge andrer Factoren als Hilfskräfte thätig sein werden, ist sehr wahrscheinlich, und dahin wird vor allem die voraufgegangene feine Zertheilung des Fettes durch die Spontanemulsion zu rechnen sein, durch welche es gewissermassen handlicher gemacht wird für eine weitere Verarbeitung, während die Frage, ob nicht vielleicht auch die Galle (ausser dass sie fäulnisshindernd wirkt, und wie Herr Professor Gad gezeigt, unter Umständen die Grenzen für das Zustandekommen der Spontanemulsion erweitert) noch eine andre, wichtige Function haben mag — vielleicht dass sie jene Bewegungen anregt oder erhöht — erst durch weitere Untersuchungen sich wird entscheiden lassen können.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, dem Geheimen Medizinalrath Herrn Professor Dr. Emil du Bois-Reymond für die gütige Anregung zu dieser Arbeit und Herrn Professor Gad für die ausserordentlich freundliche Unterstützung bei ihrer Ausführung meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

LITTERATUR.

Brücke. Ueber die physiolog. Bedeutg. d. theilweisen Zerlegung der Fette im Dünndarm. Wiener Sitzungsberichte 1870. Bd. LXI II. Abth. S. 362.

Ewald. Die Lehre von der Verdauung.

Ewald. Ueber Fettbildung durch die überlebende Darmschleimhaut.
Du Bois-Reymonds Archiv, physiol. Abth. 1883, Supplementbd. p. 302.

Gad. Zur Lehre von der Fettresorption. Du Bois Reymonds Archiv, 1878. p. 181.

Grützner. Notizen über einige ungeformte Fermente des Säugethierorganismus. Pflügers Archiv. VII. p. 285.

Heidenhain. Beiträge zur Histiologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Pflügers Archiv XLIII. Bd. Supplementbd.

Hofmeister. Ueber die Rückverwandlung des Peptons in Eiweiss innerhalb der Darmschleimhaut. Zeftschrift f. physiol. Chemie 1881. Bd. V. S. 150.

Hofmann, F. Ueber die Reaction der Fette und die quantitative Bestimmung von Fettsäuren in Fetten. Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Festschrift für Karl Ludwig 1874, p. 134.

Hoppe-Seyler. Physiolog. Chemie, Allgemeine Biologie.

Klug und Koreck. Ueber die Aufgabe der Lieberkühnschen Drüsen im Dickdarm. Du Bois-Reymonds Archiv, 1883. p. 463.

Lebedeff. Studien über Fettresorption. Du Bois-Reymonds Archiv, 1883 p. 498.

Maisel. Pankreassteine bei einer Kuh. Jahresbericht der Centralthierarzneischule München 1876 — 77.

v. Mering. Ein Ersatzmittel für Leberthran. Therapeutische Monatshefte Febr. 1888.

J. Munk. Zur Kenntniss der Bedeutung des Fettes und seiner Componenten für den Stoffwechsel. Virchows Archiv 1880 Bd. 80 p. 10.

Zur Lehre von der Resorption. Bildung und Ablagerung der Fette im Thierkörper. Virchows Archiv 1884 Bd. 95 p. 407.

Ogata. Ueber die Verdauung nach der Ausschaltung des Magens. Du Bois-Reymonds Archiv 1883 p. 89.

Quincke. Archiv für die gesammte Physiologie XIX. p. 123.
Radziejewsky. Experimentelle Beiträge z. Fettresorption. Virchows Archiv XLIII. p. 268.
Salkowsky. Beiträge zu den Untersuchungsmethoden d. Leber- u. der Pflanzenöle. Zeitschrift für analyt. Chemie Bd. 26 p. 557.
Steiner. C. A. v. Wistinghausens endosmot. Versuche über die Betheiligung d. Galle bei der Absorption d. neutralen Fette. Du Bois-Reymonds Archiv 1873 p. 13.
Ueber Emulsionen, ihre Entstehung u. ihr Werth für die Resorption der neutralen Fette im Dünndarm. Du Bois Reymonds Archiv 1874 p. 286.
v. Wistinghausen. *Experimenta quaedam endosmotica de bilis in absorptione adipum functionibus.* Dorpat 1851.
Zawarykin. Ueber die Rolle der Leucocyten b. d. Fettresorption. Pflügers Archiv XXXI 1883 p. 231.
Zawilsky. Dauer und Umfang d. Fettstroms. Arbeiten aus dem physiolog. Institut zu Leipzig 1874.

THESEN.

I.

Das Lipanin ist dem Leberthran als Mästmitte nicht vorzuziehen.

II.

Bei einer Gravida mit rhachitisch plattem Becken mittleren Grades ist im allgemeinen ein expectatives Verhalten und eventuell spätere Entbindung mit der Zange sowohl der künstlichen Frühgeburt als auch der prophylaktischen Wendung vorzuziehen.

III.

Hohes Fieber an sich bietet keine Indication zur Anwendung der Antipyretica.

LEBENSLAUF.

Der Verfasser, Eugen Gröper, Sohn des Bürgermeisters Gröper zu Bolkenhain, ist evangelischer Confession. Er wurde geboren am 30. November 1865 zu Herrnstadt in Schlesien.

Seine Vorbildung für die Universität erhielt er auf den Realgymnasien zu Rawitsch und Landeshut i/Schl., welch letzteres er Ostern 1884 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Das Zeugniss der Gymnasialreife erwarb er Ostern 1885 als Extraneus am Gymnasium zu St. Maria Magdalena zu Breslau. Er wurde dann am 30. März 1885 in das Kgl. med.-chir. Friedrich-Wilhelms-Institut zu Berlin aufgenommen und genügte seiner Dienstpflicht mit der Waffe vom 1. April bis 1. October 1885 als Einjährig-Freiwilliger beim Garde-Füsilierregiment. Die ärztliche Vorprüfung bestand er am 2. März 1887, das Examen rigorosum am 28. Februar 1889.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren: Bardeleben, v. Bergmann, du Bois-Reymond, Dilthey, Eichler (†), Ewald, Fraentzel, Gad, Gerhardt, Gurlt, Gusserow, Hartmann, v. Helmholtz, Henoch, Hirsch, v. Hofmann, Israel, Jürgens, Koch, Köhler, Kossel, Leuthold, G. Lewin, Leyden, Liebreich, Liman, Martius, Olshausen, Oppenheim, Orth, Overweg, Renvers, Salkowski, Schulze, Schweigger, Schwendener, Sonnenburg, Virchow, Waldeyer.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, sagt Verfasser seinen aufrichtigsten Dank.